

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-063195

(43)Date of publication of application : 07.03.1997

(51)Int.Cl.

G11B 20/10
G11B 5/027

(21)Application number : 07-217874

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 25.08.1995

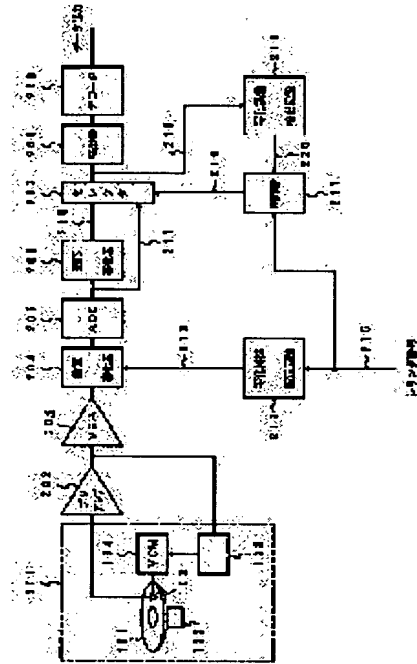
(72)Inventor : OKAMOTO YUTAKA

(54) MAGNETIC DISK DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent unstableness to accompany adaptive control and increasing an equalization error by using a pre-equalizer and an adaptive equalizer jointly, and separating the adaptive equalizer for a reproduced signal in a region in which a sufficient equalization characteristic is obtained with only the pre-equalizer.

SOLUTION: A reproduced signal amplified by a preamplifier 202 and VGA 203 is inputted to a pre-equalizer 204 set by an equalization coefficient setting signal of an equalization characteristic setting circuit 212, and equalized. There are two cases in which the output is passed through ADC 205 and inputted to a selector 207 through an adaptive equalizer 206, or the output is directly inputted to the selector 207. This selection is performed by the selector 207 receiving an indication of a controller 211. The controller 211 receives average power of equalization error at an input terminal of a data detector 208, frequency distribution data, and a cylinder number from an equalization error detecting circuit 210, judges it according to the reference, and indicates separating the adaptive equalizer 206 to the selector 207. Thereby, off track and demerit of an external noise are prevented receiving effect of the adaptive equalizer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-63195

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 20/10 5/027	3 2 1 5 0 2	7736-5D 9559-5D	G 1 1 B 20/10 5/027	3 2 1 A 5 0 2 G

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-217874

(22) 出願日 平成7年(1995)8月25日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 岡本 豊

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

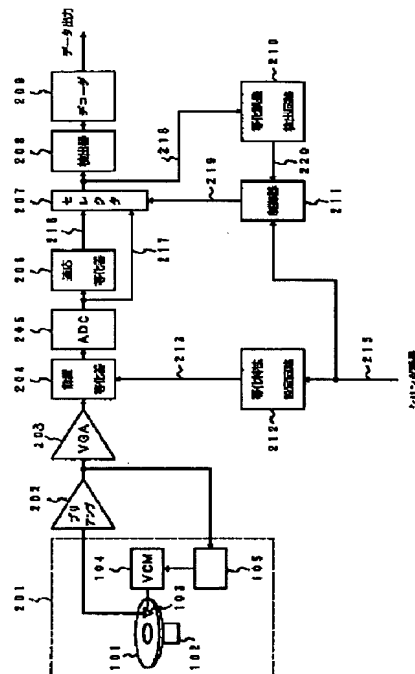
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】再生信号処理系に適応等化器と前置等化器を併用した場合に、常に良好な等化特性が得られる磁気ディスク装置を提供する。

【解決手段】磁気ディスク101から再生ヘッド103によって読み取られた再生信号の波形を等化した後、データ検出器208に入力してデータを再生する磁気ディスク装置において、再生信号の波形を固定または半固定の等化特性に従って等化する前置等化器204と、前置等化器204から出力される再生信号の波形を再生信号の周波数特性の変動に応じて変化する等化特性に従って等化する適応等化器206と、前置等化器204および適応等化器206のいずれか一方の出力信号を選択してデータ検出器208に入力するセレクタ207と、このセレクタ207をトラック位置や等化誤差に基づく所定の判定基準に従って制御する制御器211とを有する。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】磁気ディスクから再生ヘッドによって読み取られた再生信号の波形を等化した後、データ検出器に入力してデータを再生する磁気ディスク装置において、前記再生信号の波形を固定または半固定の等化特性に従って等化する第 1 の等化手段と、

この第 1 の等化手段から出力される再生信号の波形を該再生信号の周波数特性の変動に応じて変化する等化特性に従って等化する第 2 の等化手段と、

前記第 1 および第 2 の等化手段のいずれか一方の出力信号を選択して前記データ検出器に入力する選択手段と、この選択手段を所定の判定基準に従って制御する制御手段とを有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 2】磁気ディスクから再生ヘッドによって読み取られた再生信号の波形を等化した後、データ検出器に入力してデータを再生する磁気ディスク装置において、前記再生信号の波形を固定または半固定の等化特性に従って等化する第 1 の等化手段と、

この第 1 の等化手段から出力される再生信号の波形を該再生信号の周波数特性の変動に応じて変化する等化特性に従って等化する第 2 の等化手段と、

前記第 1 および第 2 の等化手段のいずれか一方の出力信号を選択して前記データ検出器に入力する選択手段と、前記再生ヘッドが位置している前記磁気ディスク上のトラック位置を求め、このトラック位置が予め設定された範囲内にあるとき前記第 1 の等化手段の出力信号が選択され、それ以外のとき前記第 2 の等化手段の出力信号が選択されるように前記選択手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 3】磁気ディスクから再生ヘッドによって読み取られた再生信号の波形を等化した後、データ検出器に入力してデータを再生する磁気ディスク装置において、前記再生信号の波形を固定または半固定の等化特性に従って等化する第 1 の等化手段と、

この第 1 の等化手段から出力される再生信号の波形を該再生信号の周波数特性の変動に応じて変化する等化特性に従って等化する第 2 の等化手段と、

前記第 1 および第 2 の等化手段のいずれか一方の出力信号を選択して前記データ検出器に入力する選択手段と、前記データ検出器の入力端での再生信号の等化誤差の平均電力を求め、この平均電力が予め設定された範囲内がないとき前記第 1 の等化手段の出力信号が選択され、それ以外のとき前記第 2 の等化手段の出力信号が選択されるように前記選択手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 4】磁気ディスクから再生ヘッドによって読み取られた再生信号の波形を等化した後、データ検出器に入力してデータを再生する磁気ディスク装置において、前記再生信号の波形を固定または半固定の等化特性に従って等化する第 1 の等化手段と、

この第 1 の等化手段から出力される再生信号の波形を該再生信号の周波数特性の変動に応じて変化する等化特性に従って等化する第 2 の等化手段と、

前記第 1 および第 2 の等化手段のいずれか一方の出力信号を選択して前記データ検出器に入力する選択手段と、前記データ検出器の入力端での再生信号の等化誤差の頻度分布を求め、この頻度分布が予め設定された範囲内がないとき前記第 1 の等化手段の出力信号が選択され、それ以外のとき前記第 2 の等化手段の出力信号が選択されるように前記選択手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 5】磁気ディスクから再生ヘッドによって読み取られた再生信号の波形を等化した後、データ検出器に入力してデータを再生する磁気ディスク装置において、前記再生信号の波形を固定または半固定の等化特性に従って等化する第 1 の等化手段と、

この第 1 の等化手段から出力される再生信号の波形を該再生信号の周波数特性の変動に応じて変化する等化特性に従って等化する第 2 の等化手段と、

前記第 1 および第 2 の等化手段のいずれか一方の出力信号を選択して前記データ検出器に入力する選択手段と、前記再生ヘッドが位置している前記磁気ディスク上のトラック位置が予め設定された範囲内にあるか否かの判定結果と、前記データ検出器の入力端での再生信号の等化誤差の平均電力が予め設定された範囲内にあるか否かの判定結果、および前記データ検出器の入力端での再生信号の等化誤差の頻度分布が予め設定された範囲内にあるか否かの判定結果のうち少なくとも二つの判定結果を総合判定し、それに基づいて前記選択手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスク装置に係り、特に再生信号処理系に適応等化器を用いた磁気ディスク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置の再生信号処理系は、一般に磁気ディスクから再生ヘッドにより読み出された再生信号を増幅し、さらに波形等化器で再生信号波形を補正した後、データ検出器に入力してデータ識別を行い、デコーダで復号を行うことにより再生データを得る構成となっている。

【0003】このような磁気ディスク装置の高密度化および高信頼性化を図るための再生信号処理技術の一つとして、例えば米国特許第 5, 060, 088 号に示されているような適応等化器を波形等化器に使用することが注目されている。適応等化器は再生波形の変動を動的に補正できるため、磁気ディスクからの再生信号のように、トラック位置（シリンダ位置）によって波形が変動

するような用途では特に有効である。

【0004】この場合、再生信号波形の等化に必要な処理の全てを適応等化器で行うことは等化器の負担が大きくなるため、図12(a)に示すように適応等化器11に対して特性の固定された固定等化器12を前置するか、または図12(b)に示すように特性を離散的に変更できるようにしたプログラマブル等化器13を前置することが合理的である。適応等化器11に前置される固定等化器12またはプログラマブル等化器13に、磁気ディスク上の特定のトラック位置における典型的な再生信号をデータ検出器の入力側で所望の波形となるように等化する特性を持たせた場合、そのトラックの前後数トラックに対しては、後置される適応等化器11の特性はフラットであれば良く、適応等化器11をそのように動作させることは可能である。

【0005】しかしながら、適応等化器はその有用性の反面、ヘッドのオフトラック、外部雑音および磁気的不安定性等の要因により、必ずしも理想的な等化特性に収束するとは限らないという欠点を併せ持つ。このため、上記のように適応等化器をフラットな特性のまま働かせておくと、等化特性が前置等化器単独のそれより劣ってしまう場合がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、磁気記ディスク装置の再生信号処理系に適応等化器を用いた場合、適応等化器がオフトラック、外部雑音および磁気的不安定性等の要因により、必ずしも理想的な等化特性に収束するとは限らないという欠点を併せ持つため、適応等化器をフラットな特性の状態で作動させておくと、等化特性が前置等化器単独での等化特性より劣ってしまう場合があるという問題があった。

【0007】本発明は、このような問題点を解決し、再生信号処理系に適応等化器と前置等化器を併用した場合に、常に良好な等化特性が得られる磁気ディスク装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の課題を解決するため、前置等化器のみで十分な等化特性が得られる領域の再生信号に対しては、適応等化器を再生信号処理回路系から切り離すことで、適応制御に伴う不安定性と等化誤差の増大を回避するようにしたものである。

【0009】すなわち、本発明は磁気ディスクから再生ヘッドによって読み取られた再生信号の波形を等化した後、データ検出器に入力してデータを再生する磁気ディスク装置において、再生信号の波形を固定または半固定の等化特性に従って等化する第1の等化手段と、この第1の等化手段から出力される再生信号の波形を該再生信号の周波数特性の変動に応じて変化する等化特性に従って等化する第2の等化手段と、第1および第2の等化手段のいずれか一方の出力信号を選択してデータ検出器に

入力する選択手段と、この選択手段を所定の判定基準に従って制御する制御手段とを有することを基本的な特徴とする。

【0010】第1の態様によると、制御手段は再生ヘッドが位置している磁気ディスク上のトラック位置を求め、このトラック位置が予め設定された範囲内にあるとき第1の等化手段の出力信号が選択され、それ以外のとき第2の等化手段の出力信号が選択されるように選択手段を制御することを特徴とする。

10 【0011】第2の態様によると、制御手段はデータ検出器の入力端での再生信号の等化誤差の平均電力を求め、この平均電力が予め設定された範囲内にあるとき第1の等化手段の出力信号が選択され、それ以外のとき第2の等化手段の出力信号が選択されるように選択手段を制御することを特徴とする。

20 【0012】第3の態様によると、制御手段はデータ検出器の入力端での再生信号の等化誤差の頻度分布を求め、この頻度分布が予め設定された範囲内にあるとき第1の等化手段の出力信号が選択され、それ以外のとき第2の等化手段の出力信号が選択されるように選択手段を制御することを特徴とする。

30 【0013】第4の態様によると、制御手段は第1～第3の態様を組み合わせ、再生ヘッドが位置している磁気ディスク上のトラック位置が予め設定された範囲内にあるか否かの判定結果と、データ検出器の入力端での再生信号の等化誤差の平均電力が予め設定された範囲内にあるか否かの判定結果、およびデータ検出器の入力端での再生信号の等化誤差の頻度分布が予め設定された範囲内にあるか否かの判定結果のうちの少なくとも二つの判定結果を総合判定し、それに基づいて選択手段を制御することを特徴とする。

40 【0014】このような構成により、本発明によれば再生信号処理系に適応等化器と前置等化器を併用した場合に、常に良好な等化特性が得られる。前述したように、適応等化器は、再生信号波形の変動を動的に補正することによって、より広範囲に特性が変動する再生信号に対して一定の等化量しか与えられない固定あるいは半固定の等化器に比較して等化誤差を少なく抑えられるという利点を持つ反面、適応等化の効果が顕著でない範囲の再生信号入力に対しては、オフトラック、外部雑音、磁気的不安定性等の要因の影響で必ずしも理想的な等化特性に収束するとは限らないという欠点を持っている。

【0015】本発明によると、第1の等化手段である適応制御されない前置等化器と併用される第2の等化手段である適応等化器において、前置等化器のみで十分な等化特性が得られる領域の再生信号に対しては、適応等化器を再生信号処理回路系から切り離すことにより、適応制御に伴う不安定性と等化誤差の増大の問題が回避される。

50 【0016】すなわち、本発明においてはデータ検出器

の入力側に適応等化器を通った再生信号と、適応等化器を通らず前置等化器のみを通った再生信号を選択する選択手段であるセクタを設け、再生ヘッドが現在位置している磁気ディスク上のトラック位置、または等化誤差、あるいはその両方を判断基準として、このセクタを制御することにより、適応等化の必要のない範囲の再生信号に対しては適応等化器を再生信号処理系から排除する。これによって安定な等化を行うようにするとともに、適応等化の効果が顕著な範囲に対しては、適応等化器を併用することで等化誤差を少なく抑えることができる。従って、再生信号の特性が広範囲に変動するような磁気ディスク装置においても、常に最良に近い状態で波形等化を行うことができるため、より高密度で信頼性の高い磁気ディスク装置を提供することが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。なお、本実施形態では磁気ディスク上のトラックを、複数のディスク面の同一半径位置のトラックの集合であるシリンダと呼ぶものとする。

【0018】図1は、本発明による磁気ディスク装置の再生信号処理系の構成を示すブロック図である。同図において、電磁変換系201は磁気ディスク101、磁気ディスク101を回転駆動するスピンドルモータ102、再生ヘッド103、ヘッド103を磁気ディスク101の半径方向に移動させるVCM（ボイスコイルモータ）などのヘッドアクチュエータ104およびヘッドアクチュエータ105を制御するサーボ回路105からなる。なお、再生ヘッド103は誘導型ヘッドあるいはMRヘッドが用いられ、前者の場合は記録ヘッドを兼ねる場合が多く、後者の場合は記録用の誘導型ヘッドとMRヘッドを一体化した複合ヘッドとして構成される場合が多い。

【0019】磁気ディスク101から再生ヘッド103により読み出された再生信号は、プリアンプ202で増幅された後、サーボ回路105と可変利得増幅器（VGA）203に入力される。サーボ回路105は、再生信号中のサーボ情報からヘッド103の位置を検出し、それに基づいてヘッド103を磁気ディスク101上の所望の位置に位置決めすべくヘッドアクチュエータ104を制御する。

【0020】プリアンプ202および可変利得増幅器203で増幅された再生信号は前置等化器204に入力され、後述する等化特性設定回路212により設定された固定または半固定の等化特性に従って等化される。前置等化器204の出力信号は、A/Dコンバータ205により離散時間サンプル値に変換されて以後の処理に供されるが、アナログ信号のまま以後の処理を行っても構わない。

【0021】A/Dコンバータ205の出力信号217は、適応等化器206とセクタ207の一方の入力端

に与えられる。適応等化器206の出力信号216は、セクタ207の他方の入力端に与えられる。セクタ207は後述する制御器211からの選択制御信号219により制御され、A/Dコンバータ205の出力信号217および適応等化器206の出力信号216のいずれか一方を選択して出力する。このセクタ207の出力信号218は、データ検出器208に入力される。データ検出器208では、入力された信号のデータが“1”か“0”かの検出が行われ、次いでデコーダ209によりそのデータが復号される。

【0022】セクタ218の出力信号218は等化誤差検出回路210にも入力され、ここで前置等化器204と適応等化器206で等化された再生信号216、または前置等化器204でのみ等化された再生信号217の等化誤差が検出される。この等化誤差検出回路210からの等化誤差検出信号220は、制御器211に与えられる。制御器211は、この等化誤差検出信号220と図示しない主コントローラ（例えばHDDコントローラ）から与えられる現在のシリンダ番号215に基づいて、セクタ207に選択制御信号219を供給する。現在のシリンダ番号215は、再生ヘッド103が現在位置している磁気ディスク101上のシリンダの番号を表わす。

【0023】図2に、適応等化器206の構成例を示す。この適応等化器においては、入力される再生信号波形のサンプル値を第1および第2の遅延回路111、112を通して遅延させたサンプル値と、全く遅延させないサンプル値とが第1の加算器113により加算される。この第1の加算器113による加算値は乗算器114で所定の係数が乗じられることにより補正され、この補正値と入力波形サンプル値を第1の遅延回路111のみを通して遅延させたサンプル値とが第2の加算器115で加算されることにより、等化波形サンプル値が得られる。

【0024】一方、第1および第2の加算器113、115の出力が勾配計算回路116に与えられることにより、乗算器114に設定される係数の勾配が求められ、この係数の勾配が第3の加算器117において第3の遅延回路118の出力から減算される。第3の加算器117の出力は第3の遅延回路118に与えられるとともに、乗算器114に係数として与えられる。

【0025】この適応等化器の動作を図3を参照して説明する。第2の加算器115には、例えば図3（a）に示す入力波形サンプル値とこれにサンプル周期Tの2倍（遅延回路2段分）の遅延を施した図3（b）に示すサンプル値との加算値である図3（c）に示す信号が乗算器114を介して一方の入力として与えており、また入力波形サンプル値にサンプル周期T分（遅延回路1段分）の遅延を施した図3（d）に示すサンプル値が他方の入力として与えられている。ここで、前者のサンプル

10

20

30

40

50

値を後者のサンプル値の逆の極性で与えると、後者から前者を差し引いた図3(e)に示す信号が第2の加算器115から出力される。

【0026】勾配計算回路116では第2の加算器115の出力値と第1の加算器113の出力値から等化に必要な勾配が計算され、これが第3の遅延回路118を介して入力される値から第3の加算器117により減算される。この第3の加算器117の出力値が第3の遅延回路118に入力されると共に、乗算器114に係数として与えられることにより、隣接サンプル点への波形干渉が最小となるような最適等化処理できるように乗算器114から加算器115に入力される信号のレベルが調整される。

【0027】次に、本実施形態における再生信号処理系の構成および動作の詳細について説明する。前置等化器204は、等化特性設定回路212からの等化係数設定信号213に従って、ある程度の範囲で等化特性(伝達特性)が可変となるように構成されている。

【0028】図4は、等化特性設定回路212の具体的な構成例を示すブロック図である。図4において、メモリ301、302および303には図5に示すような内容のテーブルが格納されているものとする。すなわち、メモリ301、302および303には、図5の「アドレス」で指定される領域に、「開始シリンダ番号」、「終了シリンダ番号」および「等化係数」がそれぞれ格納されている。

【0029】磁気ディスク101のディスク面は、図5に示すように半径方向に複数のゾーンZ0~Znに分割されている。図5のアドレス0~nは、ゾーンZ0~Znにそれぞれ対応している。各ゾーン、例えばゾーンZ0の最外周および最内周のシリンダがそれぞれゾーン開始シリンダSS、ゾーン終了シリンダESであり、図5のアドレス0~nに対応する開始シリンダ番号および終了シリンダ番号は、ゾーンZ0~Znのそれぞれのゾーン開始シリンダSSおよびゾーン終了シリンダESの番号を表わしている。

【0030】図4に説明を戻すと、まず初期化パルスによりアドレスカウンタ304およびレジスタ310がクリアされた後、クロック入力に従ってメモリ301、302および303のアドレスがアドレスカウンタ304によりインクリメントされ、メモリ301、302および303の内容が読み出される。メモリ301および302から読み出された値は、それぞれ比較器306、307で現在のシリンダ番号215と比較される。

【0031】比較器306および307での比較の結果、現在のシリンダ番号215がメモリ301から読み出された開始シリンダ番号以上で、かつメモリ302から読み出された終了シリンダ番号以下の範囲内にある場合には、ゲート308から係数ロードパルス309が出力され、この係数ロードパルス309に従って、メモリ

303から読み出される等化係数のデータが出力バッファ310を介して等化係数設定信号213として出力される。この等化係数設定信号213により、図1中の前置等化器204の等化係数が現在のシリンダ位置に適した値となるように設定される。なお、係数ロードパルス309が一旦出力されると、これ以上メモリ301、302および303を検索する必要はないため、レジスタ310がセットされ、このレジスタ310の出力によってアドレスカウンタ304は動作を停止する。

【0032】次に、図1中の制御器211について説明する。図7は、制御器211の概略構成を示すブロック図である。同図に示されるように、制御器211は非適応等化領域判定部401、等化誤差平均電力判定部402、等化誤差頻度分布判定部403および論理判定部404により構成されている。まず、非適応等化領域判定部401は、磁気ディスク101からの再生信号波形について適応等化器206による波形等化を必要としない磁気ディスク101上の領域を現在のシリンダ番号215から判定する回路である。等化誤差平均電力判定部402および等化誤差頻度分布判定部403は、等化誤差検出信号220から等化誤差の平均電力および頻度分布をそれぞれ判定する回路である。

【0033】論理判定部404は、非適応等化領域判定部401、等化誤差平均電力判定部402および等化誤差頻度分布判定部403の判定結果411、412および413について例えば論理和または論理積判定を行い、図1中のセレクト207に与える選択制御信号219を発生する。なお、本実施形態では一例として論理判定部404は論理和判定を行うものとする。

【0034】図8は、図7中の非等化領域判定部401の構成を示すブロック図である。図8において、メモリ501および502には図9に示すような内容のテーブルが格納されている。すなわち、メモリ501および502には、図9の「アドレス」で指定される領域に、「非適応等化領域の開始シリンダ番号」および「非適応等化領域の終了シリンダ番号」がそれぞれ格納されている。ここで、図10に示すように磁気ディスク101上の各ゾーンZi(i=0, 1, 2, ...n)には適応等化を必要としない領域(非適応等化領域)Rが存在する。この非適応等化領域Rは、具体的には例えば各ゾーンZiの半径方向の中心のシリンダ(破線で示す)の前後数シリンダの範囲である。

【0035】すなわち、一般的に前置等化器204には磁気ディスク101上の特定のシリンダ位置、具体的には各ゾーンZiの半径方向の中心のシリンダ位置における典型的な再生信号をデータ検出器208の入力側で所望の波形となるように等化する特性を持たせるので、そのシリンダの前後数シリンダの範囲においては適応等化器206の等化特性はフラットであればよく、適応等化は不要である。この範囲が非適応等化領域Rであって、

この範囲の最外周および最内周のシリンドがそれぞれ非等化領域の開始シリンドRSSおよび終了シリンドRESである。そして、図9のアドレス0～nに対応する非等化領域の開始シリンド番号および終了シリンド番号は、ゾーンZiの非等化領域の開始シリンドRSSおよび終了シリンドRESの番号をそれぞれ表わしている。

【0036】図8に説明を戻すと、シーク動作、つまり所望のシリンド位置への再生ヘッド103の位置決め操作が終了したとき、初期化パルスとして負論理のパルスが入力され、この初期化パルスによりレジスタ506、507およびカウンタ510がクリアされる。その後、クロック入力に従ってメモリ501および502のアドレスがアドレスカウンタ510によりインクリメントされ、メモリ501および502の内容が順次読み出される。メモリ501および502から読み出された値は、それぞれ比較器503および504で現在のシリンド番号215と比較される。

【0037】比較器503および504での比較の結果、現在のシリンド番号215がメモリ501から読み出された非適応等化領域の開始シリンド番号以上で、かつメモリ502から読み出された非適応等化領域の終了シリンド番号以下の範囲の場合には、ゲート505からレジスタ506にクロックが与えられ、レジスタ506から出力される非等化領域判定信号411が真の値をとる。非適応等化領域判定信号411が真の値をとると、例えば図7中の論理判定部404から出力される選択制御信号219も真の値をとる。

【0038】図1中のセクタ207は、選択制御信号219が真の値をとるときには、A/Dコンバータ205を介して入力される前置等化器204の出力信号217を選択して出力し、選択制御信号219が偽の値をとるときには適応等化器206の出力信号216を選択して出力するように構成されている。この場合、選択制御信号219が真の値となることにより、非適応等化領域判定信号411が真の値となる範囲、つまり適応等化を必要としない磁気ディスク101上の領域に再生ヘッド103が位置している時、適応等化器206を再生信号処理系から切り離すことができる。

【0039】一方、図8において非適応等化領域判定信号411が真になると、ゲート508の出力によってアドレスカウンタ510が動作を停止し、メモリ501および502内のテーブルの検索は行われなくなる。また、テーブル内の非適応等化領域の開始シリンド番号を昇順にソートしておけば、比較器503の比較の結果、現在のシリンド番号215がメモリ501から読み出された非適応等化領域の開始シリンド番号以下となった場合には、それ以上テーブルを検索する必要が無くなるためレジスタ507がセットされ、同様にゲート510の出力によりアドレスカウンタ510が動作を停止し、メモリ501および502内のテーブルの検索は行われな

くなる。

【0040】図11は、図1中の等化誤差検出回路210の構成を示すブロック図である。この等化誤差検出回路210は、以下に示すような原理で図1中のデータ検出器208の入力端での等化誤差を検出する。説明を簡略化するため、図1のシステムでは、量子化ビット数が6ビットで、データ検出器208の入力端での理想等化出力値が16、32、48の3値であると仮定する。言い換えれば、磁気ディスク101の磁化反転に対応して得られる再生信号出力の各サンプル点における値が6ビット表現で16、32、48となるように等化されるのが理想状態であるとする。

【0041】図11において、図1中のセクタ207の出力信号（データ検出器208の入力信号）218は変換器650に入力され、0～15の出力値に対応する16本の信号線660～675の何れかを真とするような変換を受ける。すなわち、変換器650の入力信号218の6ビットで表される0～63までの値Aは、Aから8を減じた値を16で割った場合の余りの値＝ $(A-8) \bmod 16$ に変換され、これに対応する信号線660～675の何れかを真とする。また、これに伴って信号線660～675上の信号が供給されるゲート680～695の何れかが開き、対応するカウンタ700～715のうちの一つのカウンタの値がインクリメントされる。なお、変換器650およびゲート680～695へのクロックの供給は、比較器651および652により入力信号218が8を越え、256以下の場合のみ行われる。

【0042】以上の一連の動作により、カウンタ700～715では理想等化出力値から各々-8～+7ずれた値を持つ信号サンプル点の数A0（-8）～A15（+7）が計数される。そして、 $(A-8) \bmod 16$ の中心値8の計数値を求めるカウンタ708の値が最大値になった時点で信号線654が真となる。これによりゲート653が閉じ、変換器650およびゲート680～695へのクロックの供給が停止され、等化誤差検出動作の1サイクルを終了する。

【0043】カウンタ700～715の出力が等化誤差検出回路210から出力される等化誤差検出信号220であり、この信号220が図1中の制御器211に供給される。制御器211においては、この等化誤差検出信号220を基に図7中の等化誤差平均電力判定部402および等化誤差頻度分布判定部403により適応等化の必要性の有無を判断し、論理判定部404に出力する。

【0044】図12は、図7中の等化誤差平均電力判定部402の構成を示すブロック図である。入力信号803および804は、それぞれ理想等化出力値からのずれの絶対値が7であるサンプル点の数を示す図11中のカウンタ701および715の計数値A0（-7）およびA15（+7）であり、加算器805で加算される。同

様に、理想等化出力値からのずれの絶対値が6であるサンプル点の数を示すカウンタ702および708の計数値が加算され、理想等化出力値からの5であるカウンタ703および713の計数値が加算されるというように、理想等化出力値からのずれの絶対値が同じであるカウンタの計数値が加算される。なお、理想等化出力値からのずれの絶対値が8であるカウンタ700とずれが0のカウンタ708の計数値は、他に同じずれ量の計数値がないから加算されない。

【0045】こうして理想等化出力値からのずれの絶対値が同じである2つのカウンタの計数値の加算値とカウンタ700および708の計数値は、加算器808に入力されて総和813が得られる。また、カウンタ700の計数値と、理想等化出力値からのずれの絶対値が同じである2つのカウンタの計数値の加算値は、それぞれ乗算器802および806でずれ量の2乗が求められ、さらに加算器807でこれらの2乗値の総和、つまり理想等化出力値からのずれの電力の総和812が求められる。

【0046】除算器809は、理想等化出力値からのずれの電力の総和812の値を加算器808からの総和813の値で割って、理想等化出力値からのずれの平均電力を求める。この平均電力の値が図示しない例えばHDDコントローラから与えられる参照値811と比較器810で比較され、前者が後者よりも小さい場合には、比較器810から出力される等化誤差電力判定信号412が真の値をとる。等化誤差電力判定信号412が真の値をとると、例えば図7中の論理判定部404から出力される選択制御信号219も真の値をとり、図1中のセクタ207においてA/Dコンバータ205を介して入力される前置等化器204の出力信号217が選択出力されることになる。

【0047】次に、図7中の等化誤差頻度分布判定部403について図13を用いて説明する。図13は、等化誤差頻度分布の一例を示したものであり、横軸が等化誤差、縦軸がそれぞれの等化誤差の出現頻度をそれぞれ表わす。等化誤差の頻度分布を求める場合、等化誤差がある程度大きい範囲の分布のみを調べればよい。等化誤差頻度分布判定部403では、等化誤差があるしきい値+TH〜-THから外れた斜線部の領域の頻度の総和（斜線部の面積に相当する）を求め、これを所定の参照値と比較して、参照値より大きければ等化誤差頻度分布判定信号412を真の値とする。等化誤差頻度分布判定信号412が真の値をとると、例えば図7中の論理判定部404から出力される選択制御信号219も真の値をとり、上記と同様に図1中のセクタ207でA/Dコンバータ205を介して入力される前置等化器204の出力信号217が選択出力されることになる。

【0048】なお、このような等化誤差頻度分布判定部403の構成法としては、例えば図11に示した等化誤

差検出回路210からの等化誤差検出信号220のうちの図13の斜線部に対応する計数値、すなわち理想等化出力値からのずれの絶対値が8〜4の範囲にあるサンプル点の計数値の総和を求め、これを参照値と比較すればよい。

【0049】なお、上記の実施形態では図7中の論理判定部404において各判定部401〜403からの3つの判定信号411〜413の論理和をとり、論理和が成立したとき選択制御信号219を真の値とするものとしたが、論理積をとって論理積が成立したとき選択制御信号219を真の値としてもよい。また、論理和と論理積のいずれをとるかを何らかの基準に従って自動的に、あるいは手動で選択するようにしてもよい。

【0050】また、3つの判定信号411〜413のいずれか2つの論理和または論理積を選択制御信号219としてもよいし、いずれか1つのみをそのまま選択制御信号219としても構わない。さらに、制御器211の他の構成法として、例えば理想等化出力値からのずれの異なる複数の等化誤差の各々に対してしきい値を設け、それらの等化誤差の何れもがそのしきい値内に収まるか否かを判定し、いずれか一つでもしきい値内に収まらないとき選択制御信号219を真の値として、前置等化器204で等化された信号を選択するようにしてもよい。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば適応等化器による等化特性の改善効果よりも、不安定要因による収束点のずれによる影響の大きい範囲を検出して、適応等化器を信号処理回路系から切り離すことができ、改善効果が顕著な場合には動的に適応等化器を有効化することが可能となる。従って、適応等化器の効果を享受しつつもその欠点による影響を回避できるため、より高密度で信頼性の高い磁気ディスク装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る磁気ディスク装置の再生信号処理系の構成を示すブロック図

【図2】図1における適応等化器の一構成例を示すブロック図

【図3】図2の適応等化器の動作原理を説明するための各部の信号波形を示す図

【図4】同実施形態における前置等化器の等化特性設定回路の構成を示す図

【図5】図4におけるメモリに格納されているテーブルの構成を示す図

【図6】磁気ディスク上のゾーン配置を示す図

【図7】図1における制御器の概略構成を示すブロック図

【図8】図7における非適応等化領域判定部の構成を示すブロック図

【図9】図8におけるメモリに格納されているテーブル

の構成を示す図

【図10】磁気ディスク上のゾーン内の非適応等化領域を説明するための図

【図11】図1における等化誤差検出回路の構成を示すブロック図

【図12】図7における等化誤差平均電力判定部の構成を示すブロック図

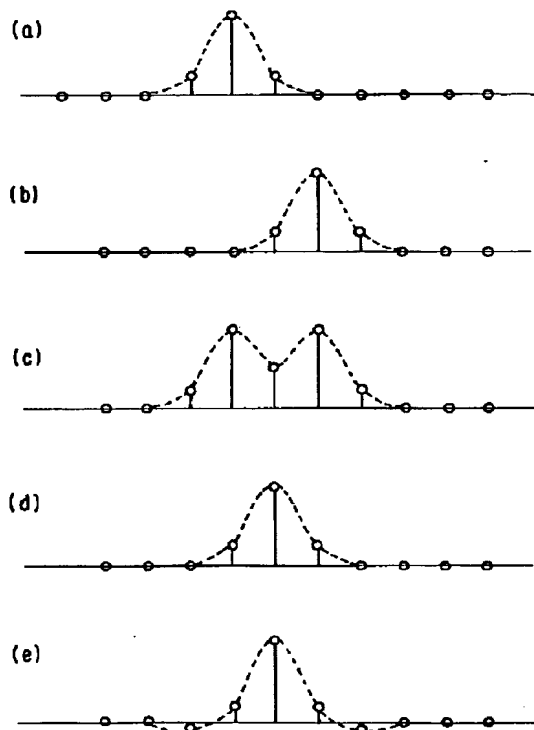
【図13】図7における等化誤差頻度分布判定部の原理を説明するための図

【図14】適応等化器に前置等化器を組み合わせた例を示すブロック図

【符号の説明】

- 101…磁気ディスク
- 102…スピンドルモータ
- 103…再生ヘッド
- 104…ヘッドアクチュエータ
- 105…サーボ回路
- 201…電磁変換系
- 202…プリアンプ
- 203…可変利得増幅器
- 204…前置等化器
- 205…A/Dコンバータ
- 206…適応等化器
- 207…セクタ
- 208…信号選択器
- 209…デコーダ
- 210…等化誤差検出回路
- 211…制御器
- 212…等化特性設定回路
- 213…等化係数設定信号
- 215…シリンダ番号
- 219…選択制御信号
- 220…等化誤差検出信号
- 401…非適応等化領域判定部
- 402…等化誤差電力判定部
- 403…等化誤差頻度分布判定部
- 404…論理判定部

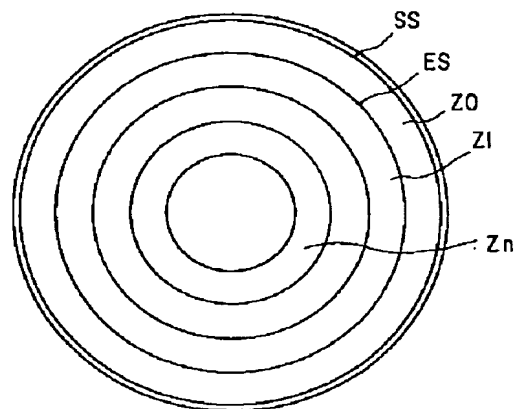
【図3】



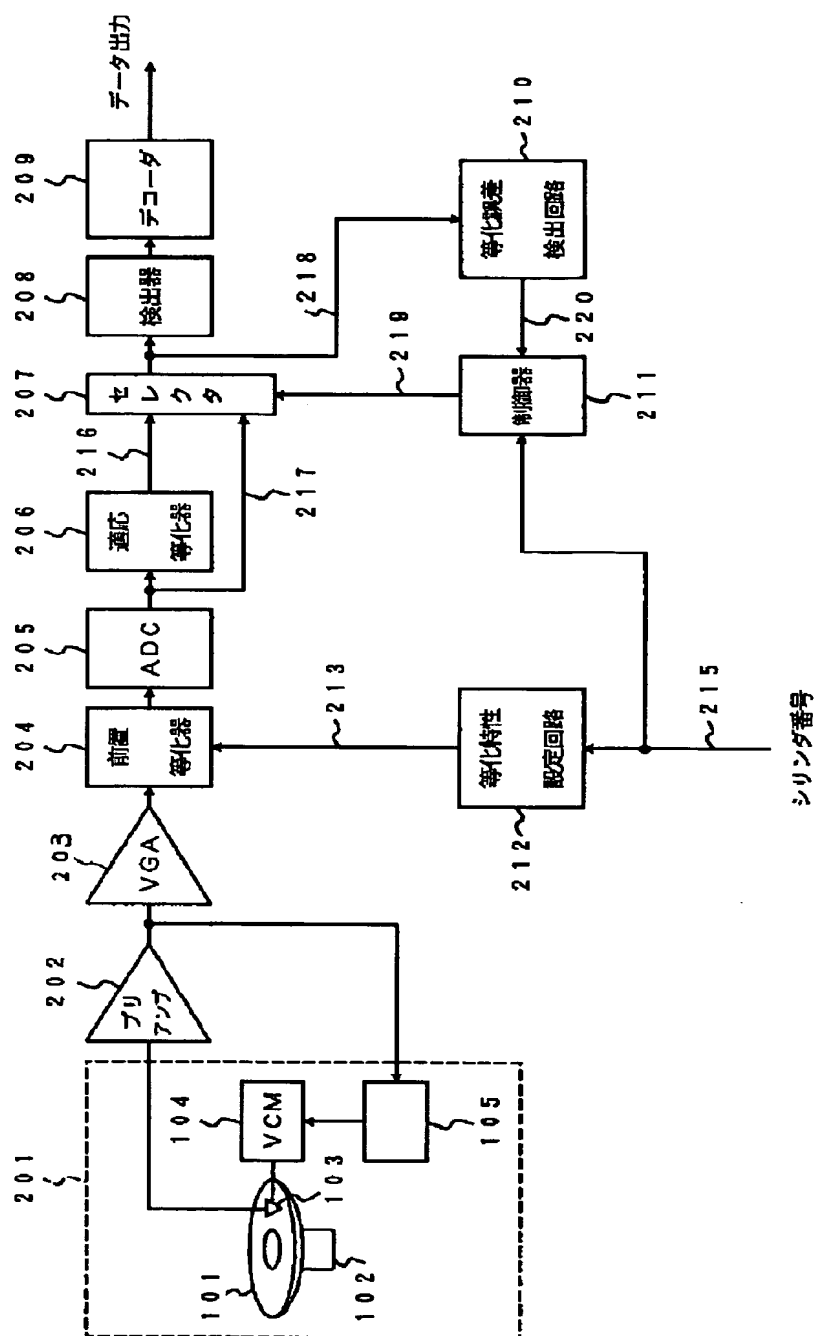
【図5】

アドレス	ゾーンの開始 シリンダ番号	ゾーンの終了 シリンダ番号	等化係数
0			
1			
⋮	⋮	⋮	⋮
n			

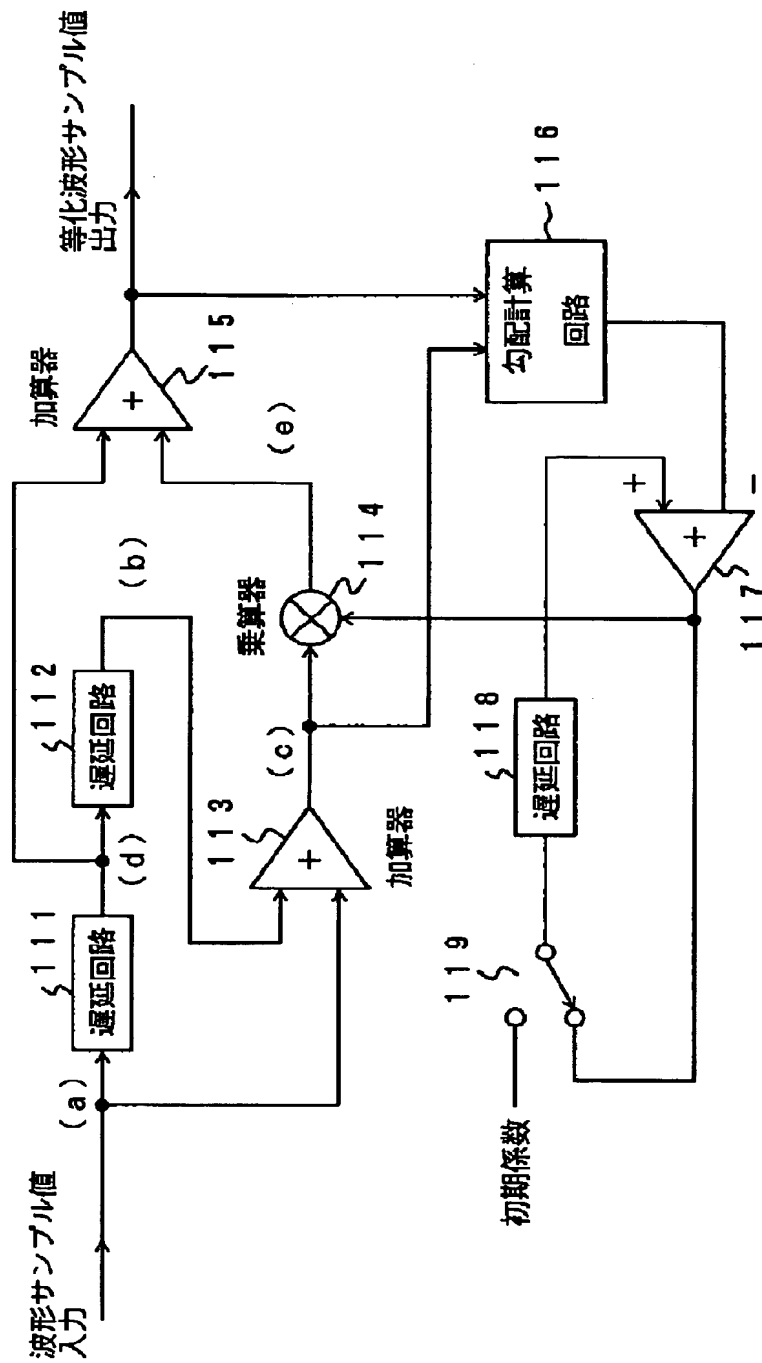
【図6】



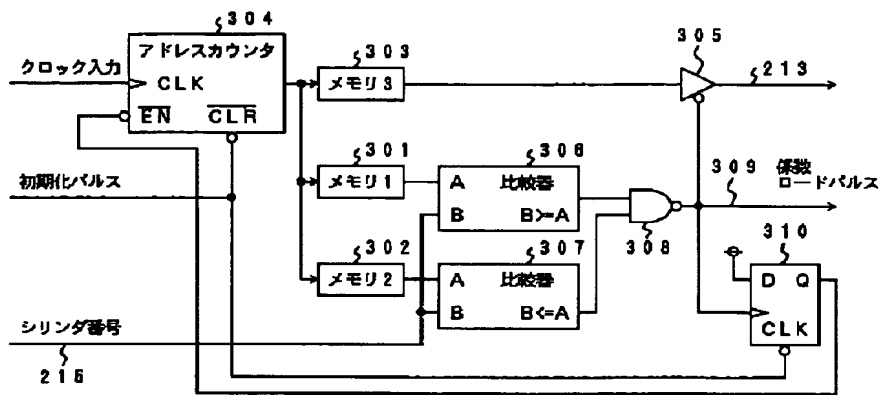
【図 1】



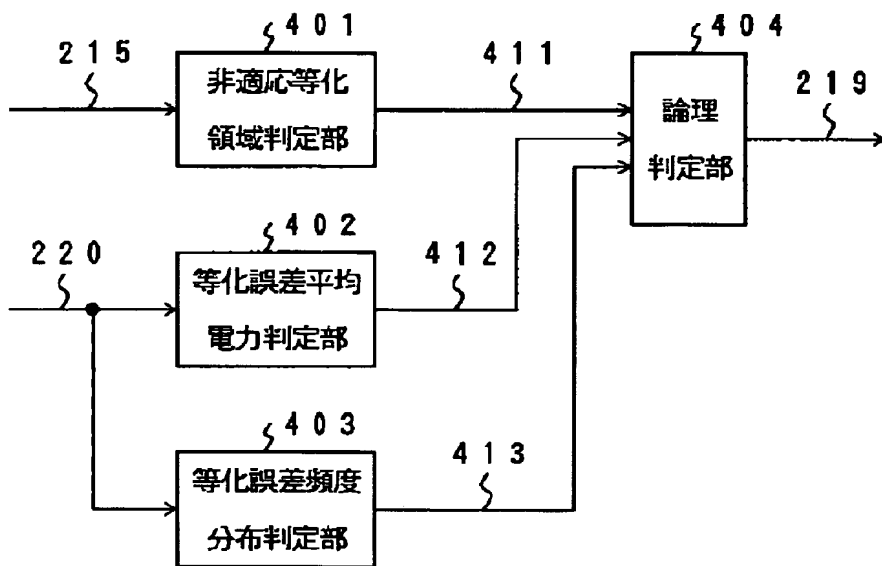
【図2】



【図4】



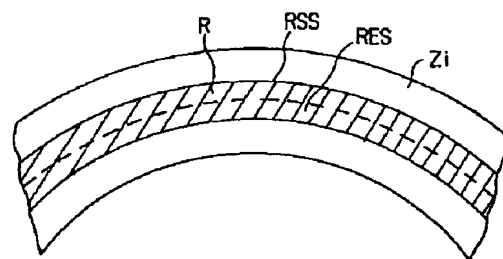
【図7】



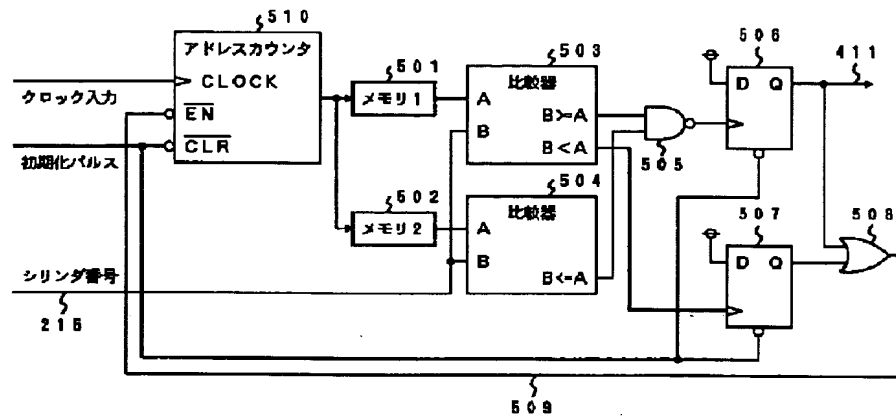
【図9】

アドレス	非適応等化領域の 開始シリンダ番号	非適応等化領域の 終了シリンダ番号
0		
1		
⋮	⋮	⋮
m		

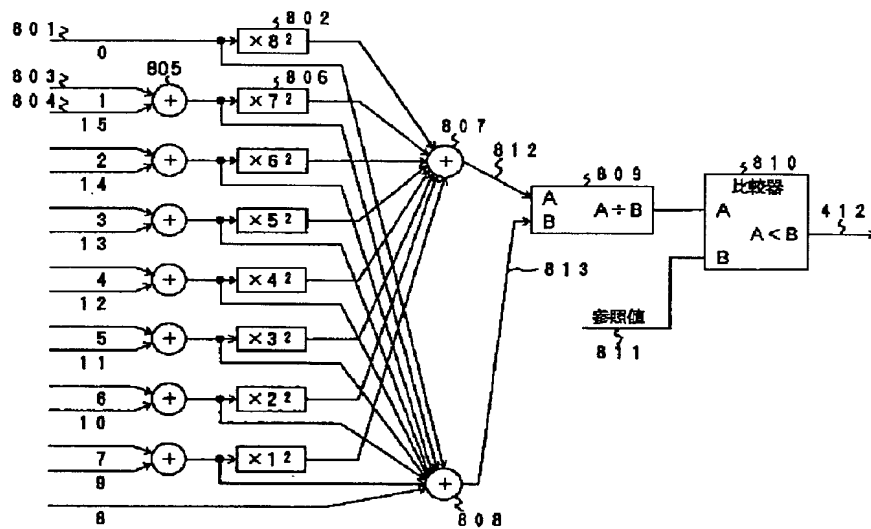
【図10】



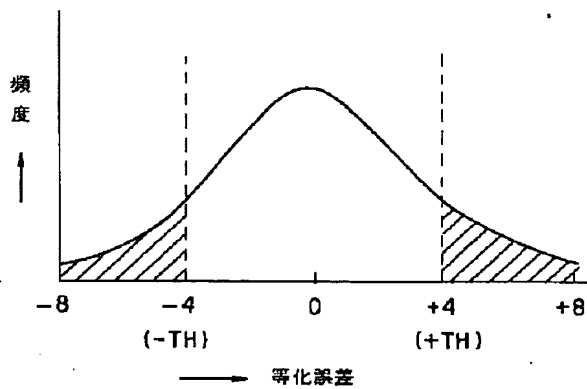
【図8】



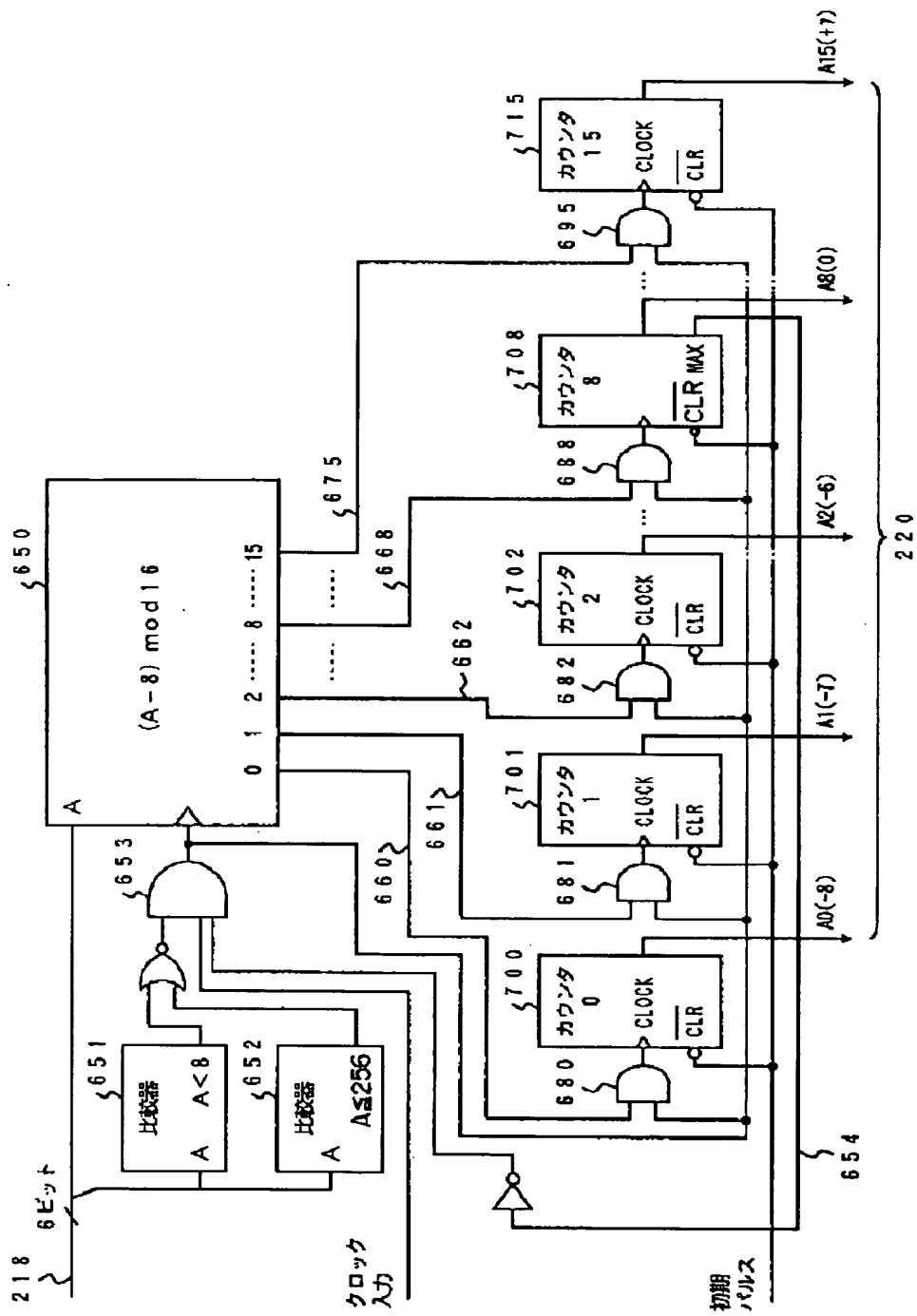
【図12】



【図13】



【図11】



【図14】

